



ESPAÑA

19 ES	11 21	NUMERO 48 1821	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION 22 JUN. 1979	

PATENTE DE INVENCION

CAD

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente solicitud y según el contenido de la Memoria adjunta.

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 918.180	22 de Junio de 1.978	Norteamerica.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	FO2D3/00; FO2D 28/00	

64 TITULO DE LA INVENCION
Perfeccionamientos en reguladores de relación de aire/combustible para motores de combustión interna.

71 SOLICITANTE (S)
THE BENDIX CORPORATION.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Bendix Center, Southfield, Michigan 48075, EE.UU. de A.

72 INVENTOR (ES)
William Albin PETERSON, Jr, Ing. Roman Orest MARCHAK, Ing.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.

La invención se refiere en general a perfeccionamientos en reguladores de relación de aire/combustible para motores de combustión interna, y de un modo más particular, a sistemas de circuito cerrado que utilizan control integral.

5. Se han desarrollado programadores de la relación de aire/combustible de circuito abierto como medio para proporcionar la temporización y regulación de la inyección de precisión necesaria para controlar los inyectores electromagnéticos de combustible en sistemas electrónicos de inyección de combustible. Esta regulación precisa de los sistemas electrónicos de inyección de combustible es necesaria para la reducción de emisiones nocivas para la economía de combustible.

10. El programador de circuito abierto requiere una pluralidad de parámetros de funcionamiento del motor desde varios sensores, por ejemplo de la presión absoluta del colector (MAP), RPM, temperatura del aire, temperatura del refrigerante, etc. Estos parámetros del motor describen la cantidad de combustible que es necesario inyectar para el estado de funcionamiento particular del motor de acuerdo con un programa. El programa se basa generalmente en la cantidad de combustible que es necesaria para proporcionar una relación estequiométrica de aire/combustible para el flujo de aire másico inducido en el motor. El programa de circuito abierto es un cálculo fijo o función desarrollada por mediciones cuidadosas y toma de datos de un vehículo representativo. Es evidente que un programa no podrá proporcionar una operación estequiométrica exacta para todos los vehículos, debido a la diferencia de tolerancias en el montaje y las diferentes configuraciones del equipo. Además, el desgaste y envejecimiento afectan a ciertos sistemas más que a otros.

15. El programador de circuito abierto requiere una pluralidad de parámetros de funcionamiento del motor desde varios sensores, por ejemplo de la presión absoluta del colector (MAP), RPM, temperatura del aire, temperatura del refrigerante, etc. Estos parámetros del motor describen la cantidad de combustible que es necesario inyectar para el estado de funcionamiento particular del motor de acuerdo con un programa. El programa se basa generalmente en la cantidad de combustible que es necesaria para proporcionar una relación estequiométrica de aire/combustible para el flujo de aire másico inducido en el motor. El programa de circuito abierto es un cálculo fijo o función desarrollada por mediciones cuidadosas y toma de datos de un vehículo representativo. Es evidente que un programa no podrá proporcionar una operación estequiométrica exacta para todos los vehículos, debido a la diferencia de tolerancias en el montaje y las diferentes configuraciones del equipo. Además, el desgaste y envejecimiento afectan a ciertos sistemas más que a otros.
20. Actualmente se utiliza corrección de adaptación o de cir-

30.

5. cuito cerrado para vencer estas dificultades en los sistemas de circuito abierto. Un tipo de sistema de circuito cerrado utilizado convenientemente ha sido el sistema de circuito cerrado O_2 . Este sistema comprende básicamente un sensor de O_2 que detecta el contenido de oxígeno de los gases de escape del motor de combustión interna y un regulador integral. El regulador integral responde al sensor de O_2 que detecta la presencia de oxígeno (un estado de empobrecimiento) aumentando el flujo de combustible de un modo factorial y responde a la detección de la ausencia de oxígeno (un estado de enriquecimiento) reduciendo el flujo de combustible de un modo factorial.

10. De este modo se desarrolla una oscilación de ciclo límite característico siendo el promedio o referencia básica una relación estequiométrica de aire/combustible. La corrección máxima proporcionada por el integrador para el ciclo límite se determina principalmente por la ganancia o régimen de rampa del regulador integral y el retardo de transporte que experimenta una carga de combustible y aire desde su inducción al interior de los cilindros hasta su detección en el sensor de O_2 como gas de escape. En general, la oscilación de ciclo límite tiene un periodo de aproximadamente cuatro Z donde Z es el tiempo de retardo del transporte. La corrección de cresta a cresta del regulador integral es de un orden equivalente al doble del régimen de rampa multiplicado por el retardo de transporte. El retardo de transporte es inversamente proporcional a la velocidad o RPM del motor de una forma prácticamente lineal.

15. Aunque el regulador de O_2 de circuito cerrado proporciona un método conveniente para corregir el programa de combustible de circuito abierto respecto a las variaciones en los vehículos, limitaciones de la precisión de calibración del circuito abierto,

20.

25.

30.

envejecimiento y condiciones de desgaste, existen todavía algunos problemas con la dinámica del sistema de dicho regulador.

5. La magnitud de ganancia del sistema, y por consiguiente, la magnitud de corrección de dicho sistema es un compromiso o término medio entre la respuesta transitoria y la respuesta de reposo. En condiciones de estado estable carga o velocidad constantes, la ganancia de dicho sistema deberá ser pequeña puesto que un gran régimen de rampa del integrador introducirá vacilación del par y desigualdad en la prestación del motor. Estando presentes estas condiciones de estado estable, el régimen de rampa y la autoridad (ganancia) deberán ser suficientes para corregir simplemente los factores de envejecimiento y mantener el sistema en calibración.

10. Esta ganancia baja, además de proporcionar una corrección de reposo excelente es demasiado lenta para respuestas transitorias donde puede ser necesario un cambio relativamente grande en la relación de aire/combustible inmediatamente o si las condiciones de funcionamiento han cambiado las exigencias de combustible de un modo sensible a partir del punto de funcionamiento original.

15. De este modo, muchos sistemas presentes de circuito cerrado de O_2 utilizan un régimen de ganancia que es más lento que el conveniente para periodos transitorios y más rápido que el deseado para un estado estable. Esto no da solución al problema, si no que supone simplemente un compromiso entre lo que es conveniente y lo que se considera un sistema operacional.

20. Existe un sistema que se describe en la patente Estadounidense 3.782.347 que intenta resolver este problema conmutando el régimen de integración del regulador desde un régimen fijo hasta un régimen fijo más rápido en respuesta a la permanencia

30.

5. del sensor de O_2 en un estado durante un periodo establecido de tiempo. Este sistema sobrepasa de temporización debido al elevado régimen de ganancia con el que conmuta una vez que ha transcurrido el periodo de tiempo. Pueden ser necesarios un cierto número de ciclos para recuperar el estado estable en el pero de los casos debido a la corrección de régimen de ganancia unidireccional.

10. Otro sistema descrito en la patente Estadounidense 3.831.564 cambia un régimen de ganancia del regulador integral en respuesta a un parámetro de funcionamiento del motor. No obstante, el procedimiento no permite que el sistema de O_2 de circuito cerrado recupere un estado estable una vez que se ha corregido un transitorio sospechado y puede dar lugar a regímenes de ganancia y niveles de autoridad incompatibles con un funcionamiento suave del sistema. Además, este sistema no genera un régimen de alta ganancia a un nivel bajo de la variable de regulación que puede ser necesario. Dicho sistema no sería conveniente durante las deceleraciones en las cuales la presión absoluta del colector se reduciría notablemente.

20. La invención proporciona un sistema de circuito cerrado para el control de la relación de aire/combustible de un motor de combustión interna. El sistema de circuito cerrado comprende una autoridad de un regulador integral según el error del sistema. Si el error del sistema es grande y el regulador detecta que son necesarias grandes correcciones, la autoridad del regulador integral aumentará de acuerdo con una ley de regulación funcional hasta que se encuentre a un valor máximo. Para pequeños errores o dentro de una banda de estado estable, la autoridad del regulador se reducirá hasta que se encuentra a un valor mínimo.

30. En una ejecución preferible de la invención, el error

5. del sistema se detecta como la magnitud del voltaje de control integral fuerza de un nivel de referencia. Cuanto mayor sea la magnitud absoluta del voltaje de control integral tanto mayor será el nivel de autoridad y mayor el régimen de ganancia. Por lo tanto, los fenómenos transitorios o error en oscilaciones negativas o positivas del regulador integral se corregirán rápidamente sin que sobrepase largo tiempo.

10. En otra modalidad preferible, se detecta como error del sistema la magnitud absoluta del régimen de cambio de un parámetro de funcionamiento del motor relacionado con la relación de aire/combustible.

15. La magnitud del régimen de cambio de un parámetro de funcionamiento relacionado con la relación de aire/combustible es una predicción de la magnitud de cambio que tendrá que realizar el regulador de la relación de aire/combustible. Además, es una indicación del régimen al que se tendrá que realizar el cambio. El error del sistema de detección de este modo proporcionará un medio sencillo y eficaz para adaptar el sistema de O_2 de circuito cerrado a los fenómenos transitorios. Esta segunda modalidad se puede emplear en combinación con la primera modalidad o independientemente. Si se emplea en combinación, el regulador podrá corregir adecuadamente los fenómenos transitorios no inducidos por el conductor bajo control de la primera modalidad y responden además rápidamente a los fenómenos transitorios que comprenden aceleraciones y deceleraciones por medio de la segunda modalidad.

20.

25.

30. Otra modalidad detecta un estado de ralenti como una condición de estado estable especial y modifica la autoridad del regulador para proporcionar control de circuito cerrado sin cambios excesivos del par motor en el sistema.

Por lo tanto, el principal objeto de la invención es proporcionar un regulador integral de circuito cerrado que tiene una ganancia del sistema proporcional al error en la relación de aire/combustible.

5. Otro objeto de la invención es dotar al sistema de circuito cerrado con una respuesta más rápida a los fenómenos transitorios sin sobrepasar el punto deseado de transición.

10. Otro objeto de la invención es proporcionar una ganancia de estado estable compatible con las condiciones de reposo de velocidad y carga relativamente constantes.

Otro objeto de la invención es proporcionar una autoridad de ralenti de estado estable que proporciona control de circuito cerrado.

15. Otro objeto de la invención es medir el error en la relación de aire/combustible respecto a la diferencia entre la magnitud absoluta del voltaje del regulador integral y un nivel de referencia o condición sin error.

20. Otro objeto de la invención es medir el error en la relación de aire/combustible por la magnitud absoluta del régimen de cambio de un parámetro de funcionamiento del motor relacionado con la relación de aire/combustible.

25. Estos y otros objetos, características y aspectos de la invención se comprenderán más plenamente y se apreciarán mejor por la lectura de la descripción detallada que sigue, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de conjuntos del sistema de un motor de combustión interna con un regulador de regulación de aire/combustible de circuito cerrado construido según la invención.

30. La figura 2 es un diagrama esquemático detallado de la

circuitería para la puesta en práctica de los conjuntos dentro de la zona rayada de la figura 1 y su interrelación.

5. Las figuras 3-5 son representativas de relaciones gráficas de las leyes de control del sistema para el circuito de modificación de autoridad y ilustrado en la figura 1.

La figura 6 es una representación gráfica del voltaje de control integral para corregir el programa de circuito abierto del regulador de la relación de aire/combustible ilustrado en la figura 1.

10. La figura 7 es una representación gráfica del voltaje de control integral para corregir el programa de circuito abierto del regulador de la relación de aire/combustible ilustrado en la figura 1 durante condiciones de ralenti; y

15. La figura 8 es una representación gráfica del voltaje de salida del sensor de O_2 ilustrado en la figura 1 sobre la misma base de tiempo que el ilustrado en la figura 6.

20. Con relación ahora a la primera modalidad detallada en la figura 1, se ilustra un motor de combustión interna 10 que comprende un regulador de la relación de aire/combustible 14. El regulador de la relación de aire/combustible 14 es un ordenador electrónico que aplica un programa de combustible de circuito abierto a los parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna y calcula una señal de longitud de impulsos a partir de los mismos. Dicho ordenador electrónico se describe en la patente Estadounidense 3.734.068.

25. La señal de salida del regulador de la relación de aire/combustible 14 se utiliza para activar una pluralidad de válvulas de inyección de combustible accionadas por solenoide en un conjunto de inyectores de combustible 12 por medio de señales
30. electrónicas de longitud de impulsos alimentadas por los conduc-

tores 21. Los tiempos de apertura de los inyectores y, por lo tanto, la cantidad de combustible alimentada, se regula por la duración de los impulsos de activación procedentes del regulador.

5. Cualquier número de parámetros de funcionamiento del motor se puede detectar para calcular la cantidad necesaria de combustible, pero en general se utilizará la velocidad o RPM de un sensor de velocidad 16 y transmitida por el conductor 18 y la presión absoluta del colector; (MAP) procedente de un sensor de presión 20 insertado en el colector el motor 10 y transmitida por el conductor 22. Estos parámetros se combinan para producir una aproximación del flujo de aire másico inducido en el motor. Otros parámetros, como la temperatura de un sensor de temperatura (aire y H₂O) 24 y transmitidos por el conducto 26 se pueden utilizar también convenientemente.

15. La calibración básica del regulador de la relación de aire/combustible 14 consiste en proporcionar una cantidad de combustible que produzca una relación estequiométrica y, por lo tanto, proporcione una economía relativamente buena y pocas emisiones del motor 10 cuando se utiliza con un convertidor catalítico.

20. La calibración básica se utiliza como la combinación de la presión absoluta del colector y la velocidad corregida con la temperatura y dará un cálculo sustancialmente aproximado del flujo de aire másico a partir del cual se calcula la cantidad de combustible necesaria para la relación de aire/combustible que tiene lugar alrededor de la estequiometría.

25. Otro parámetros se pueden combinar para proporcionar condiciones especiales, como la puesta en marcha, donde será necesaria una relación rica de aire/combustible para que el motor funcione con suavidad, para el funcionamiento en frío cuando el motor no ha alcanzado la temperatura normal de funcionamiento, o

30.

5. para compensar la altura. Todos estos parámetros de funcionamiento medios se pueden combinar en el regulador de la relación de aire/combustible 14 para obtener un cálculo relativamente preciso de la cantidad de combustible necesaria para mantener la relación deseada de aire/combustible bajo control de circuito abierto.

Un ordenador analógico de este tipo se describe con más detalle en la patente Estadounidense Nº 3.734.068.

10. No obstante, cuando el sistema comienza a envejecer o el desgaste mecánico hace que la eficacia volumétrica del motor cambie, la calibración de circuito abierto no proporcionará un cálculo suficientemente preciso para las normas de control de emisiones. Por lo tanto, en general, para proporcionar una corrección de circuito abierto se ha previsto un sistema de circuito cerrado 28.

15. Un ejemplo de sistema de control de la administración de combustible de circuito cerrado, que utiliza un sensor de O_2 , se describe en una patente Estadounidense Nº 3.815.561.

20. El sistema de corrección de circuito cerrado presente 28 comprende un sensor de oxígeno 30 situado dentro del sistema de escape del motor 10 para detectar el contenido de oxígeno. El sensor de oxígeno 30 es en general un dispositivo de medición que da una señal de si el gas de escape del motor 10 contiene oxígeno o no contiene oxígeno, detectando las diferencias en las presiones parciales entre el gas oxígeno en el sistema de escape y una lumbrera de referencia con salida en general al exterior.

25. El sensor puede comprender un tubo de dióxido de zirconio con electrodos revestidos de platino, según es conocido.

30. Un primer nivel de un voltaje relativamente alto se desarrolla cuando el sensor 30 determina que existe poco oxígeno o

una ausencia relativa del mismo en los gases de escape. Ello indica una combustión incompleta o la existencia de una mezcla rica. Un segundo nivel tiene lugar cuando el sensor de oxígeno 30 detecta la presencia de oxígeno en los gases de escape del motor

5. 10. Esta circunstancia tiene lugar cuando la mezcla del motor se ha quemado en exceso o es demasiado pobre. Cuando los gases de escape cambian de una abundancia relativa a una ausencia relativa de oxígeno, como cuando la relación de aire/combustible pasa de pobre a rica, se produce una transición pronunciada entre los

10. niveles que pueden ser detectados por un comparador de umbral 32 como estequiométrica.

En la modalidad preferible (vease la figura 2), el comparador 32 comprende un amplificador diferencial IC1 que tiene su entrada inversora conectada al sensor de oxígeno 30 a través de un resistor R2 y que tiene su entrada no inversora conectada a la unión de un resistor fijo R4 y un resistor variable R3 conectado entre una fuente de voltaje +V y masa, apareciendo un voltaje humbral en dicha unión. El comparador 32 genera en su salida una señal relativamente baja cuando el nivel de voltaje del sensor está por encima del voltaje humbral y una señal relativamente alta cuando el voltaje del sensor está por debajo del voltaje humbral. La figura 8 es una forma de onda esquemática de la salida del sensor de oxígeno 30 y la línea de rayas es representativa en esta figura del voltaje humbral. Estos cambios de nivel del comparador se alimentan entonces directamente a un regulador integral o integrador primario 34 que tiene un régimen de rampa característico. El integrador primario 34 (vease la figura 2) comprende un amplificador integrador IC2 que tiene su entrada no inversora conectada a masa y su entrada inversora conectada a la salida del comparador 32 a través de un resistor R6,

15.

20.

25.

30.

conectandose un capacitor de integración C2 entre la salida y la entrada inversora del amplificador IC2.

5. Cuando el comparador 32 se encuentra a un nivel, por ejemplo alto, el integrador 34 formará rampa en una dirección que aumentará el combustible alimentado al motor, y cuando el comparador 32 se encuentre en el otro nivel, por ejemplo bajo, el integrador conmutará y formará rampa en la dirección que reduce el combustible alimentado al motor. El aumento o reducción en la cantidad de combustible suministrada al motor se produce por el alargamiento o acortamiento de la señal de longitud de impulsos del regulador de la relación de aire/combustible 14 de acuerdo con el voltaje de control integral.

10. El regulador integral 34 establecerá, por lo tanto, una oscilación de ciclo límite alrededor del valor estequiométrico como es característica de este tipo de sistema. La frecuencia de oscilación está en función al retardo de transporte del todo el sistema y es en general 4τ . τ se define como el tiempo que necesita una carga de combustible cambiada por el regulador de relación de aire/combustible para llegar hasta el sensor O_2 y para que se comunique su resultado a los componentes electrónicos.

15. Un regulador integral de este tipo tiene además un límite de autoridad o una autoridad que es la amplitud máxima que alcanza el voltaje del integrador durante la oscilación. En general, para un retardo establecido o τ se basa solamente en el régimen de ganancia del integrador. No obstante, el límite de autoridad cambiará con un cambio en τ , como por ejemplo según cambia la velocidad del motor porque el retardo de transporte depende de la velocidad. Finalmente, el ciclo límite está en función a la gama de voltaje máxima de oscilación del integrador a uno u otro lado del punto de referencia estequiométrico. Así, el inte-

5. gradador deberá mantenerse dentro de su gama de voltaje máxima y se deberá compensar con relación a la velocidad. Según la invención, un circuito de modificación de autoridad 36 se suma al regulador integral para proporcionar control de autoridad para un funcionamiento óptimo de la corrección de circuito cerrado del regulador de relación de aire/combustible 14. El circuito de modificación de autoridad 36 recibe una señal de entrada por el conductor 35 desde el integrador 34 que es un voltaje de control integral tradicional desarrollado en respuesta a cambios de nivel del sensor 30 de O₂.

10. El circuito de modificación de autoridad funciona para proporcionar una ley de control con la que regula el nivel de autoridad del voltaje de control integral con respecto a la descripción funcional de la ley de control y dar salida posteriormente a una señal de control modificada al regulador de relación de aire/combustible 14 para corregir la cantidad de combustible suministrada al motor 10 de una forma concertada.

15. El circuito de modificación de autoridad 36 en una segunda modalidad recibe una señal de entrada de un detector de fenómenos transitorios 40 por el conductor 44. En esta modalidad particular, el detector de fenómenos transitorios recibe una entrada del sensor de MAP 20 y el sensor de velocidad 16. Un sensor de posición de la mariposa 29 tiene una salida que se dirige también al detector de fenómenos transitorios 40 y un circuito detector de ralenti 38 que proporciona una señal de entrada al circuito de modificación de autoridad 36. El detector de fenómenos transitorios 40 (vease la figura 2) comprende un amplificador diferenciador IC4 que tiene su entrada no inversora conectada a masa y su entrada inversora conectada a través de un capacitor C6 y un resistor R22 a un terminal de entrada al que se

20.

25.

30.

- alimentan las variables de entrada que se utilizan, conectandose un capacitor C8 y un resistor R26 en derivación entre las salida y la entrada inversora del amplificador IC4. El detector de fenómenos transitorios 40 constituye un diferenciador de primer orden que produce una función derivativa para cualquiera de las variables de entrada que se utilizan. De este modo, la señal de salida del detector de fenómenos transitorios 40 consiste en las funciones derivativas de tiempo de primer orden representadas en la figura 1 como $\dot{\theta}$, \dot{P}_m y \dot{RPM} .
- 5.
10. La ley de control para el circuito de modificación de autoridad se ilustra en la figura 3 donde la ganancia del integrador primario se ilustra gráficamente en función al voltaje del integrador. Se verá que en las proximidades al voltaje de referencia o punto estequiométrico existe una banda AB en la cual la ganancia del integrador primario es el valor constante y relativamente bajo (valor CB). Esta ganancia se utiliza para proporcionar una pequeña banda de autoridad durante las condiciones de estado estable como son las cargas y velocidades constantes.
- 15.
20. Para un funcionamiento fuera de una banda de voltaje AB, bien en mas o en menos, la ganancia del integrador primario está en función al valor absoluto del voltaje de control integral en aumento. Esto produce un sistema por el cual cuanto más se aleja la excursión del integrador partiendo del punto de referencia o punto estequiométrico, tanto mayor llegará a ser la ganancia hasta que alcanza una ganancia máxima o plena proporcionada por el integrador. El sistema cambiará de una forma adaptable la ganancia desde un mínimo hasta un máximo dependiendo de la distancia a partir de las referencias.
- 25.
30. Así, el sistema corregirá rápidamente los fenómenos transitorios que son una distancia sustancial a partir del punto de

referencia pero no hará que el sistema realice un sobrepasamiento y llegue a la inestabilidad en el proceso porque a medida que se aproxima al voltaje del integrador más y más a la referencia, la ganancia se reduce hasta que llega a ser la ganancia constante relativamente baja de la banda de estado estable. Las excursiones negativas se manejan de igual modo según la imagen de espejo del gráfico con relación a las excursiones positivas representadas en la figura 3.

- 5.
10. Tomando ahora como referencia la figura 4, se verá que un fenómeno transitorio causado por una variable inducida por el conductor se puede corregir también por el control de circuito cerrado. Uno de los fenómenos transitorios más comunes, lógicamente, en el funcionamiento de un motor de combustión interna utilizado en un automóvil es la aceleración o deceleración.
15. Se sabe que una medición de los fenómenos transitorios causados en general por los conductores se pueden y conocer tradicionalmente tomando el régimen de cambio del ángulo de la mariposa con respecto al tiempo o, como en la figura 5, el régimen de cambio de la presión del colector con respecto al tiempo. Si se detecta un
20. elevado régimen de cambio de uno de estos fenómenos transitorios el régimen de ganancia del integrador deberá aumentar para que el sistema pueda seguir al fenómeno transitorio rápidamente, pero cuando el fenómeno transitorio se ha compensado, por ejemplo cuando el régimen de cambio pasa a ser relativamente bajo, la ganancia del integrador se reducirá de nuevo al nivel de control
25. de estado estable.

30. De igual modo, con el cambio en la presión del colector de admisión y no solamente con la detección del deseo del conductor de acelerar o decelerar, sino tan sólo un pequeño cambio, podría detectarse de esta manera cuando el régimen de cambio de la

presión del colector al ser relativamente grande produce un nivel de autoridad del integrador elevado o gama de ganancia y un régimen bajo de cambio reducirá la ganancia del integrador a un nivel sustancialmente menor.

5. Estas tres variables comprendidas por el voltaje del integrador, régimen de cambio de la presión del colector y régimen de cambio del ángulo de la mariposa, se puede emplear en combinación o por separado para conseguir control de la ganancia del integrador según se ilustra en la figura 6.

10. Tomando ahora como referencia la figura 6, se ilustra una salida de onda de voltaje del circuito de modificación que se alimenta al regulador de la relación de aire/combustible para alargar o acortar la longitud del impulso de combustible y cambiar, por lo tanto, la relación de aire/combustible del motor 10.

15. La primera sección BB ilustra que existe una condición de estado estable y el voltaje de control del integrador permanece dentro del límite a un pequeño nivel de autoridad con un régimen de integración relativamente bajo.

20. No obstante, el punto P_1 , se ha producido un fenómeno transitorio u otra condición para desplazar el sistema desde el nivel de referencia, y el régimen de ganancia aumentará puesto que la parte curvada de la forma de la onda indica el punto en el cual el sistema conmuta de nuevo con respecto al sensor de O_2 en P_2 y después el régimen de ganancia se reducirá cuando el voltaje de control del integrador se aproxima una vez más a la referencia.

25. La pendiente mínima del integrador es S_1 y la máxima es S_2 . La ganancia del integrador se modificará entre estas pendientes para responder a fenómenos transitorios rápidamente sin sobrepasamiento. Los niveles BC, BE representan las excursiones má-

30.

ximas del integrador posibles y la ganancia alcanzará un valor máximo S_2 antes de que se alcancen estos niveles. El punto P_4 ilustra la aproximación del integrador a la referencia a partir de un calor máximo S_7 y después se reduce al valor mínimo S_8 cuando el sistema se aproxima al límite hembra BB.

5.

Se verá en la figura siguiente, figura 7, que las condiciones de estado estable o excursiones por debajo del nivel humbral producirán un nivel de autoridad en cierto modo estable BB en el cual la oscilación de ciclo límite permanecerá relativamente constante. No obstante, en un tipo especial de circunstancia, por ejemplo en condiciones de ralenti, el nivel de autoridad se reducirá para que el motor pueda funcionar suavemente sin vacilaciones del par a bajas revoluciones por minuto según ilustra la banda de autoridad menor BD.

10.

15.

El control de autoridad de ralenti se explica a continuación con más detalle tomando como referencia la figura 2. La circuitería detallada en la figura 1 ilustra un detector de ralenti que comprende un amplificador diferencial IC3 que tiene un voltaje humbral desarrollado en su entrada no inversora por la unión de un par de resistores de polarización R16 y R18 conectados entre una fuente de voltaje positivo +V y masa. La entrada inversora del amplificador IC3 se conecta por el resistor de entrada R12 y el conductor 11 al sensor de posición de la mariposa 29.

20.

25.

El amplificador IC3 está provisto también de un resistor de bloqueo R14 conectado entre la salida y la entrada no inversora. El sensor de posición de la mariposa proporciona un voltaje variable dependiendo de la posición de la mariposa que tiene un voltaje menor cuando la mariposa está casi cerrada y un voltaje mayor cuando la mariposa está totalmente abierta. En un cierto punto, el voltaje del sensor de posición de la mariposa reducirá por de

30.

bajo del voltaje umbral desarrollado en la entrada no inversora del amplificador IC3 y el amplificador detectará una mariposa cerrada que es la indicación de un estado de ralenti. En este momento, la salida del amplificador IC3 pasará a un nivel relativamente alto y conectará un dispositivo de conducción T4 por su terminal de control.

El funcionamiento del dispositivo T4 desconectará un dispositivo de conducción T2 que está normalmente conectado por una polarización a su electrodo de control a través de un resistor R10 conectado a un suministro positivo de voltaje +V. La desconexión del dispositivo de conducción T2 añadirá un resistor R8 en el circuito de salida del amplificador de integración IC2 y, por lo tanto, reducirá el nivel de autoridad del integrador dependiendo del valor de la resistencia R8. En voltajes del sensor de posición de la mariposa por encima del umbral del amplificador IC3, la señal de salida del amplificador es baja y el dispositivo de conducción T2 deja en derivación el resistor R8 y no proporciona atenuación para el nivel de autoridad de la señal de salida del amplificador de integración IC2.

La circuitería detallada del circuito de modificación de autoridad se explica a continuación con más detalle, tomando como referencia la figura 2. En dicha figura se ilustra la circuitería de modificación que comprende un circuito de detección de valor absoluto 70 con un valor de punto de interrupción y un circuito multiplicador de voltaje 72 conectado a un circuito oscilador 74.

El circuito de detección del valor absoluto 70 recibe un voltaje de control en el punto A representativo del error del sistema y da salida a una señal de modificación de autoridad al amplificador en el punto B que es el valor absoluto de la señal de control menos un punto de interrupción o valor umbral. La se

ñal de modificación de autoridad regula entonces el multiplicador para cambiar la gama de autoridad del integrador entre un valor máximo y un valor mínimo de una forma lineal en respuesta a la señal de modificación.

5. Para comprender el funcionamiento, supongamos que el circuito de valor absoluto 70 recibe un voltaje V_A en el punto A y los transmite por el resistor R30 a unánodo 80. El voltaje V_A se transmite también alánodo 80 por un amplificador inversor IC5 y un resistor R38. El amplificador IC5 tiene un resistor de entrada R28 conectado a su entrada inversora. Un resistor de ganancia R32 se conecta también a la entrada inversora del amplificador IC5 y al ánodo del diodo D6 que se conecta en su cátodo a la salida del amplificador. Además, un diodo de realimentación D8 se conecta a la salida del amplificador IC5 en su ánodo y se conecta en su cátodo a la entrada inversora.
- 10.
- 15.

- Los resistores R28, R30 y R32 son de valor idéntico y el resistor R38 tiene la mitad del valor de los tres resistores de valor idéntico. Esto proporciona al amplificador IC5 una ganancia de voltaje de sentido directo de -1 y proporcionará, para entradas positivas, un voltaje $-2V_A$ en el anodo 80 a través del diodo D6 y el resistor R38. Como ya existe un voltaje $+V_A$ en el ánodo 80, el voltaje resultante para una entrada positiva en el punto A es la diferencia entre los dos o $-1V_A$. Para entradas negativas, se recibe un voltaje $-V_A$ por el resistor R30 al ánodo 80 y el amplificador inversor IC5 bloquea el diodo D6 evitando que alimente más voltaje al anodo. Asimismo, el diodo D8 conducirá a través de realimentación negativa a la entrada inversora y reducirá la ganancia de voltaje del amplificador a cero. Por lo tanto, se convertirán los voltajes positivos o negativos en un valor absoluto.
- 20.
- 25.
- 30.

Se proporciona un valor humbral o punto de interrupción en el ánodo 80 por un resistor variable o resistencia variable R34 conectado por un terminal al ánodo y conectado por el otro a un voltaje positivo de alimentación +V. Como el valor del humbral o punto de interrupción es positivo y el voltaje en el ánodo 80 para todos los valores de voltaje V_A es negativo, se da el mismo punto de interrupción a ambos lados de la ley de control.

5.

El voltaje en el ánodo 80 se alimenta por lo tanto a una entrada inversora de un amplificador IC6 que tiene su salida conectada por el resistor R36 al ánodo 80. El amplificador IC6 es un amplificador inversor y puede tener una ganancia que depende de las relaciones de las resistencias R30 y R36, pero tiene preferiblemente una ganancia de -1. Como la señal de entrada al ánodo 80 es $-V_A$ para valores positivos y negativos de voltaje en el punto A la salida del amplificador IC6 es $+V_A$.

10.

15.

Este valor absoluto del voltaje de control se alimenta a la entrada no inversora de un amplificador de corriente IC7 que actúa como seguidor de voltaje. El terminal de salida del amplificador IC7 se conecta por el diodo D10 al ánodo indicado como B. Además, el amplificador tiene un conductor de realimentación conectado entre el cátodo del diodo D10 y la entrada inversora. De este modo, el amplificador IC7 intentará alimentar corriente por el resistor R54 a tierra para equilibrar las entradas inversora y no inversora y poner el valor del voltaje en el punto B en equivalencia con la salida del amplificador IC6. Un resistor R50 se conecta entre el punto B y una fuente de voltaje +V.

20.

25.

El voltaje en el punto B se alimenta en la entrada no inversora del amplificador IC9 que recibe de su entrada inversora la señal de salida del oscilador 74 y que tiene su salida conectada

30.

- tada a través de un resistor R52 a la fuente de voltaje +V. El oscilador 74 proporciona una oscilación con forma triangular que tiene un centro o voltaje de referencia impuesto en la misma. El oscilador actúa como un multivibrador a estable por un resistor
5. de realimentación R56 conectado entre la salida de un amplificador IC11 y la entrada no inversora de un amplificador IC10. La salida del amplificador IC10 se conecta a la entrada inversora del amplificador IC11 un capacitor de temporización C10 cuyo otro terminal se conecta a la salida del amplificador. Un resistor de
10. realimentación R58 se conecta a la salida del amplificador IC10 y después se conecta a la entrada no inversora. La oscilación se establece haciendo que el amplificador IC11 integre en la dirección negativa por el resistor de polarización R60 conectado a una fuente de voltaje positivo +V y conectado a la entrada inver
15. sora a través de un ánodo 82 y un resistor R62. El voltaje continuará reduciéndose desde el amplificador IC11 hasta que se realimenta por el amplificador IC10 para vencer el voltaje inicial en el ánodo 82 de acuerdo con la constante de tiempo del capacitor C10 y la resistencia del circuito. En dicho momento, el amplifi-
20. cador IC11 conmutará y formará rampa en la dirección positiva haciendo que el ánodo 82 se vuelva más positivo una vez más y conmute después que ha transcurrido la constante de tiempo del circuito.

- La oscilación alimentada al amplificador IC9 hará que el
25. amplificador se sature en cualquier punto en el cual la onda triangular es mayor que la señal de modificación variable en el punto B. Esto producirá una salida de onda rectangular del amplificador IC9 que tiene un ciclo de trabajo variable de conexión/desconexión, que depende del voltaje en el punto B. Cuanto mayor
30. sea el voltaje en el punto B, tanto más tiempo de activación pro

porcionará el amplificador IC9 y, por el contrario, cuanto menor sea el voltaje en el punto B, tanto mayor será el tiempo de inactividad que proporcionará el amplificador IC9.

5. La salida del amplificador IC9 se conecta a los electrodos de control de dispositivos de conducción T6 y T10, respectivamente. Los terminales de potencia del dispositivo T6 se conecta a la salida del integrador por el dispositivo T2 y a un terminal de un capacitor C4 por un resistor R42, respectivamente, poniéndose a masa el otro terminal del capacitor C4. Los terminales de potencia del dispositivo T10 se conectan entre una alimentación positiva de voltaje +V por el resistor R40 y masa. El dispositivo de conducción T8 se conecta por su electrodo de control a la unión del terminal de potencia del dispositivo de conducción T10 y el resistor R40 y se conecta por sus terminales de potencia a la unión del terminal de potencia de salida del dispositivo de conducción T6 y el resistor R42 y masa.
- 10.
- 15.

- Durante los periodos de activación del amplificador IC9, el dispositivo de conducción T6 se encuentra en estado de activación cargando el capacitor T4 con el resistor R42. Los periodos de activación del amplificador IC9 hacen también que el dispositivo de conducción T10 actúe poniendo a masa el electrodo de control del dispositivo T8 y desactivandolo por lo tanto. Durante los tiempos de desactivación del amplificador IC9 el dispositivo de conducción T8 funciona con el resistor R40 conectado a la fuente de voltaje positivo +V y descargará a masa el capacitor C4 por el resistor R42.
- 20.
- 25.

- Por lo tanto, el voltaje del capacitor C4 depende directamente de la proporcionalidad de la relación de los periodos de activación y desactivación del amplificador IC9 y, por consiguiente, el voltaje en el punto B.
- 30.

5. El amplificador IC8, que se conecta al capacitor C4 en el ánodo G, por su entrada no inversora, y tiene un conductor de realimentación desde su salida hasta su entrada inversora, es un seguidor de voltaje que, cuando se conecta a un regulador de la relación de aire/combustible 14 a través del resistor R70, producirá un voltaje que es el valor equivalente al del capacitor C4.

10. Se puede utilizar un integrador secundario que comprende el amplificador operacional IC14 con un régimen de rampa mucho más lento y un nivel de alta autoridad. La salida del amplificador IC14, que tiene un capacitor de integración C10 conectado entre su salida y las entradas inversoras y su entrada no inversora conectada a masa, se pone a escala con el resistor R68 para combinarse con la señal que pasa a través del resistor R70. La señal de entrada al integrador secundario procede de la salida del amplificador IC2 por un comparador de inversión IC12 y un resistor R66. Cuando el integrador 34 aumenta en una dirección positiva el IC14 aumentará o integrará en una dirección positiva y viceversa. Si el integrador 34 alcanza el nivel de excursión máxima sin conmutación, el integrador IC14 ayudará a volver a centrar el sistema según se sabe.

20. A pesar de que se han descrito las modalidades preferibles de la invención, resultará evidente a los expertos en la materia que se pueden efectuar diversas modificaciones y cambios sin desviarse del espíritu y alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

30.

REIVINDICACIONES

- 1.- Perfeccionamientos en reguladores de relación de aire/combustible para motores de combustión interna, cuyo sistema comprende: un regulador de la relación de aire/combustible para regular la relación de aire/combustible del motor de combustión interna de acuerdo con un cálculo basado en un programa de combustible predeterminado y la detección de por lo menos un parámetro de funcionamiento del motor, y un dispositivo regulador integral para modificar la regulación del regulador de relación de aire/combustible con una señal de corrección de circuito cerrado, en cuyo sistema el dispositivo regulador responde a la señal de salida de los niveles de un sensor de gases de escape, aumentando por incrementos el dispositivo regulador la relación de aire/combustible del motor cuando el sensor detecta una condición rica y de salida a un primer nivel, y reduciendo por incrementos la relación de aire/combustible del motor cuando el sensor detecta una condición pobre y da salida a un segundo nivel; caracterizados porque se dispone un dispositivo de modificación de gobierno para regular la autoridad del dispositivo regulador integral entre un valor máximo y un valor mínimo que depende del valor absoluto de la magnitud de error del sistema.
5. 10. 15. 20.

- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque se dispone un dispositivo de control de ralenti para regular el nivel de gobierno del dispositivo regulador integral en respuesta a la detección de una conducción de ralenti.
- 25.

- 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque el dispositivo de control de ralenti comprende: un detector de ralenti conectado a la salida de un sensor de posición de la mariposa, cuyo detector de ralenti genera una señal
- 30.

de ralenti al detectar una condición de mariposa cerrada procedente del sensor de posición, y medios de atenuación conectados al detector de ralenti y que responde a la señal de ralenti para reducir el nivel de gobierno.

5. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque se dispone un dispositivo detector de fenómenos transitorios para detectar el valor absoluto del régimen de cambio de un parámetro de funcionamiento del motor relacionado con la relación de aire/combustible y que utiliza el régimen de la señal de cambio como la señal de error.

10. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el dispositivo de modificación de autoridad comprende: un dispositivo de detección del valor absoluto para detectar cambios positivos o negativos en la señal de error del sistema y que convierten los cambios en valores absolutos, y un dispositivo de circuito multiplicador para recibir el valor absoluto de la señal de error del sistema y para recibir una señal de frecuencia alterna de un oscilador, combinando el dispositivo de circuito multiplicador la señal de error y la señal de frecuencia para generar una onda de ciclo de trabajo variable cuyo ciclo de trabajo depende de una función de la señal de error.

15. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque el dispositivo de circuito multiplicador comprende un dispositivo de circuito de regulación, que recibe la onda del ciclo de trabajo variable y recibe la señal de corrección del circuito cerrado, para atenuar la señal de corrección dependiendo del ciclo de trabajo de la onda variable.

20. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el dispositivo de circuito de regulación comprende: un dispositivo de conducción en serie conectado entre la

30.

5. entrada de la señal de corrección del circuito cerrado y un dispositivo capacitor para cargar el dispositivo capacitor, y un dispositivo de conducción de derivación conectado entre el dispositivo capacitor y tierra para descargar el dispositivo capacitor, activandose alternativamente el dispositivo de conducción en serie y el dispositivo de conducción de derivación por la onda del ciclo de trabajo variable de modo que el tiempo de conexión y desconexión de los dispositivos varié con el ciclo de trabajo.

10. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque el dispositivo de circuito multiplicador comprende; un oscilador que genera la señal de frecuencia alterna como una forma de onda triangular, y medios de comparación para comparar la magnitud de la señal de error del sistema con la señal de frecuencia alterna, generando los medios de comparación un nivel si la señal de error es mayor que la forma de la onda y generando un segundo nivel si la forma de la onda es mayor que la señal de error.

20. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque el dispositivo de detección del valor absoluto comprende medios para proporcionar un valor de punto de interrupción, y la señal de error debe exceder del valor del punto de interrupción antes de que se genere el valor absoluto de la señal.

25. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque el dispositivo detector de fenómenos transitorios comprende un diferenciador que recibe un voltaje representativo del parámetro de funcionamiento y que cambien con el mismo, siendo el parámetro de funcionamiento la posición de la manivola, la presión absoluta del colector, la velocidad del motor
30. o una combinación de los mismos.

11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la magnitud de la señal de error se mide como el valor absoluto de la magnitud en la que la señal de corrección del circuito cerrado se separa de un valor de referencia.

5. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque el detector de ralenti comprende un comparador que recibe una señal de entrada del sensor de posición de la mariposa que incluye una señal de posición la cual es un voltaje variable que tiene una amplitud mínima con la mariposa cerrada y una amplitud máxima con la mariposa abierta recibiendo el comparador, como segunda señal de entrada, un voltaje umbral y generando la señal de ralenti cuando la señal de posición es menor que el voltaje umbral.

10. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque el dispositivo de atenuación comprende; una impedancia en serie conectada entre la entrada de la señal de corrección de circuito cerrado y el regulación de relación de aire/combustible, y un dispositivo de conducción conectado en paralelo con la impedancia en serie, controlandose el dispositivo de conducción por la señal de ralenti, de modo que el dispositivo de conducción esté conectado y ponga en derivación la impedancia en serie cuando la señal de ralenti está ausente y el dispositivo de conducción está desconectado y hace que la impedancia en serie atenúe la señal de corrección cuando está presente la señal de ralenti.

15. 20. 25. 14.- Perfeccionamientos en reguladores de relación de aire/combustible para motores de combustión interna, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

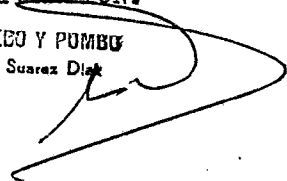
Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 22 JUN. 1979

THE BENDIX CORPORATION

J. M. GOMEZ ACEBO Y PUMBO

D. D. Firmador: J. Suarez Diaz



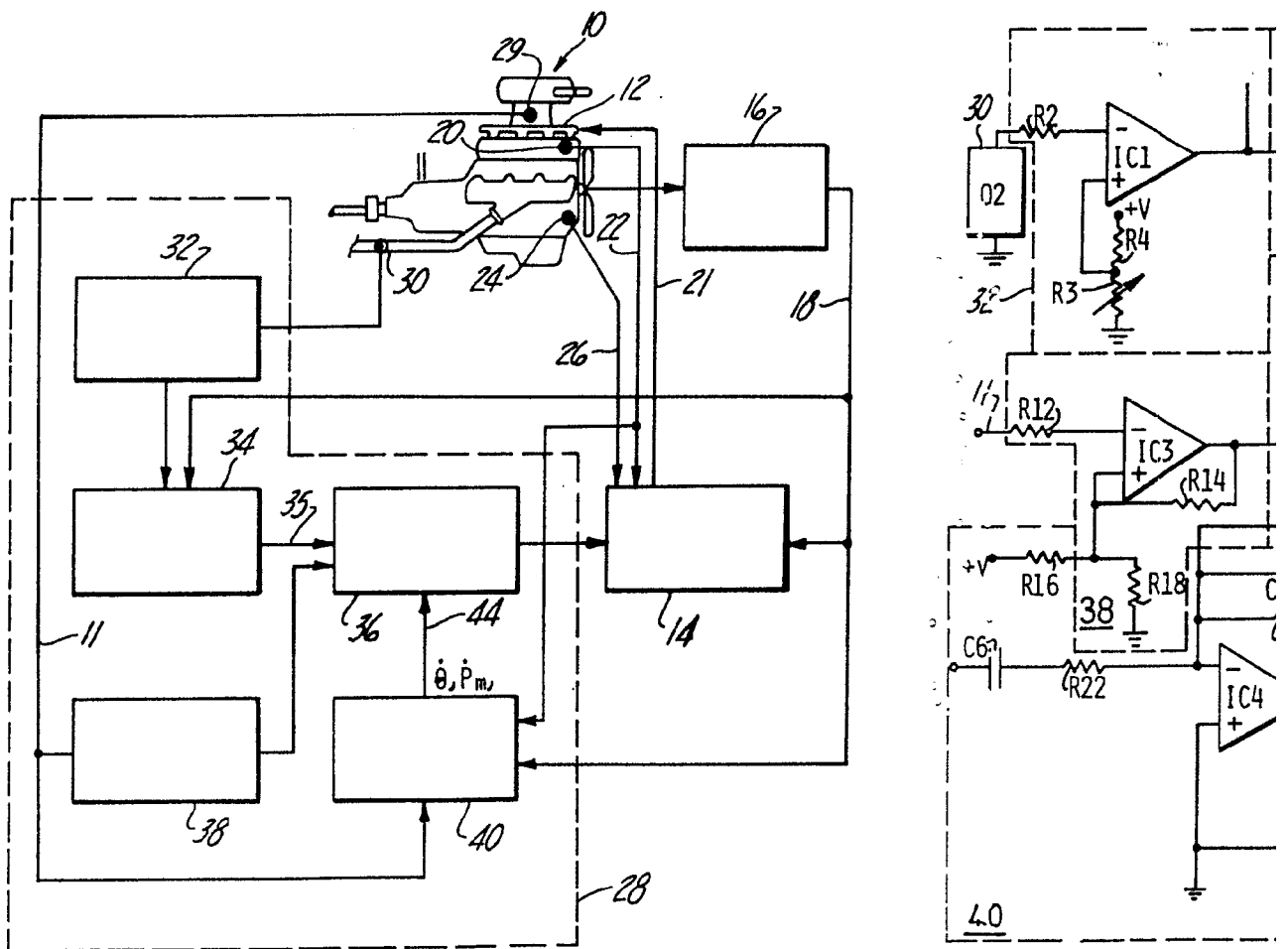


Fig-1

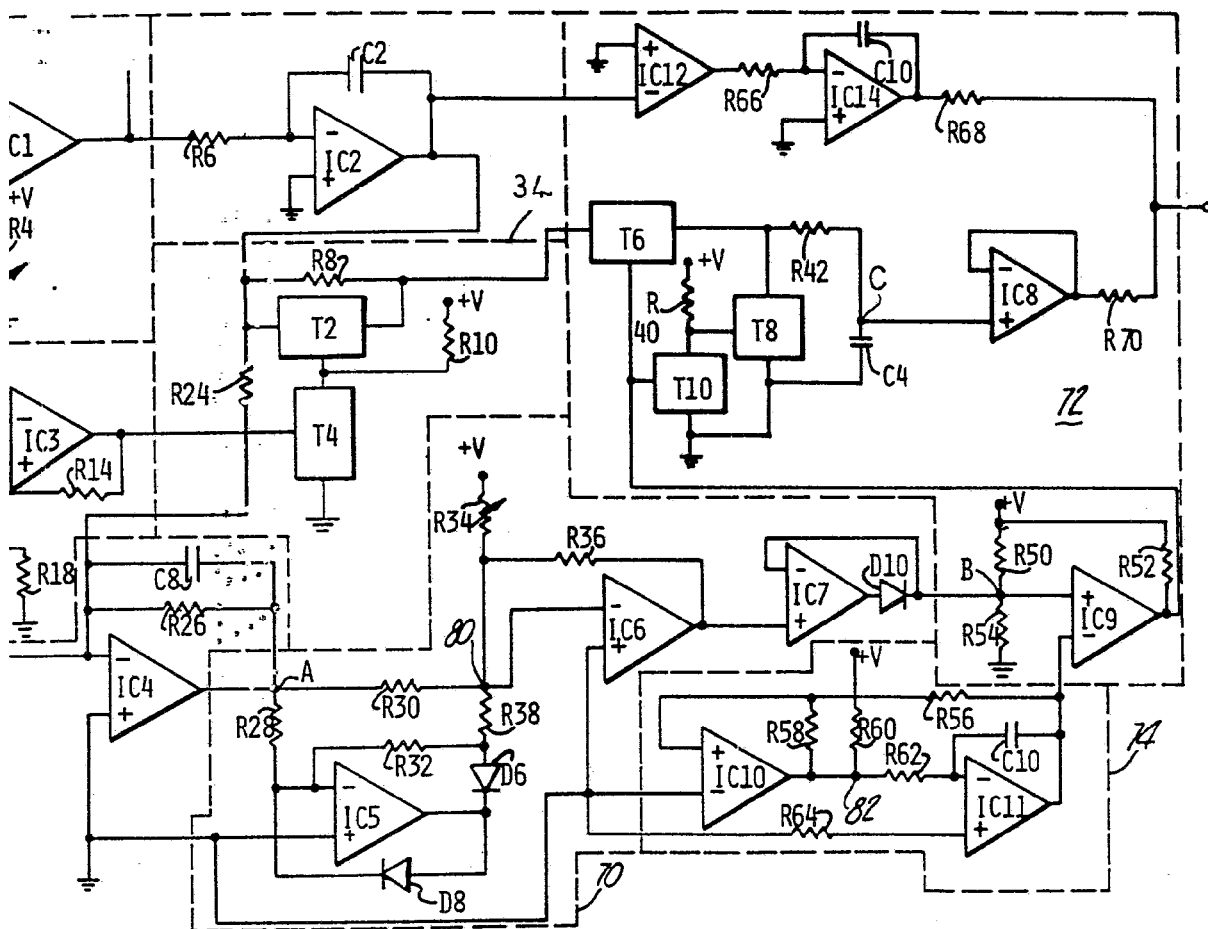


Fig-2

ESCALA
VARIABLE

22 oct. 1979

Madrid

J. M. GÓMEZ ACERO Y PUMBO
c. 6. Firmado: J. Suarez Diaz

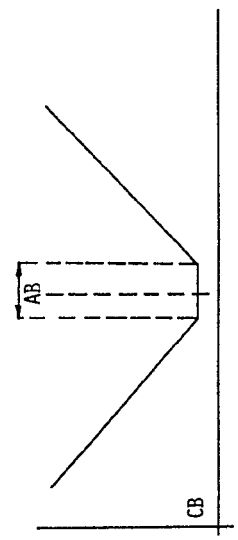


Fig-3

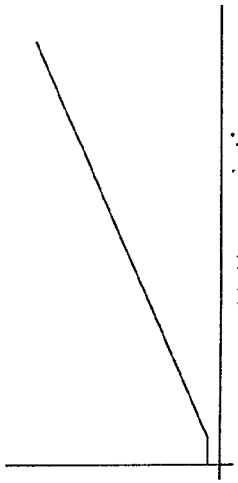


Fig-4

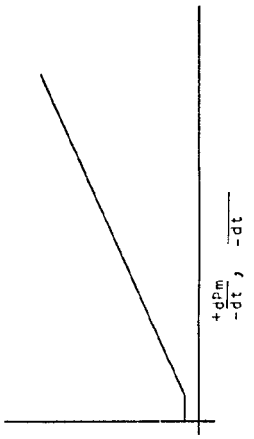


Fig-5

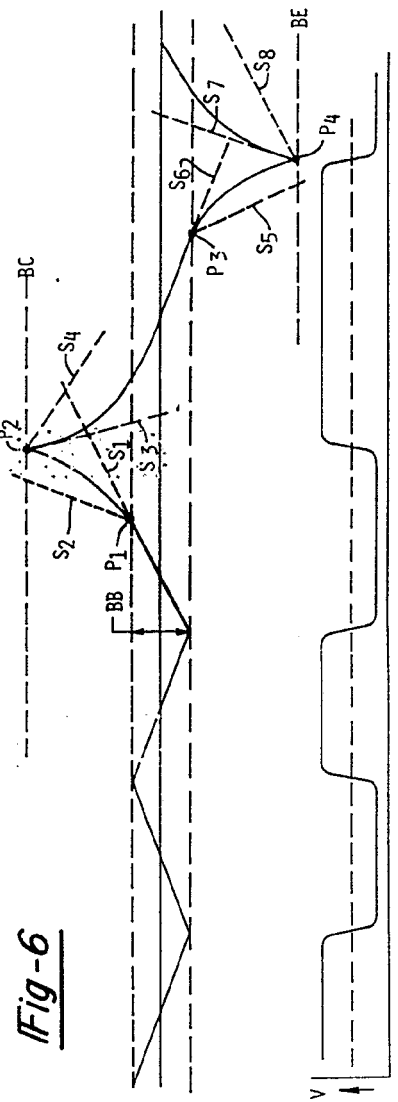


Fig-6

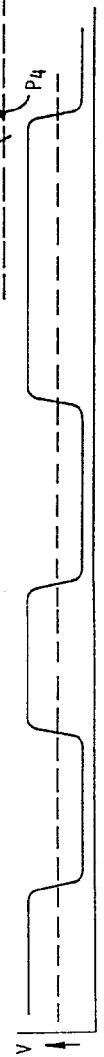


Fig-7

Fig-8

ESCALERA

Escalera
Diseño
1950

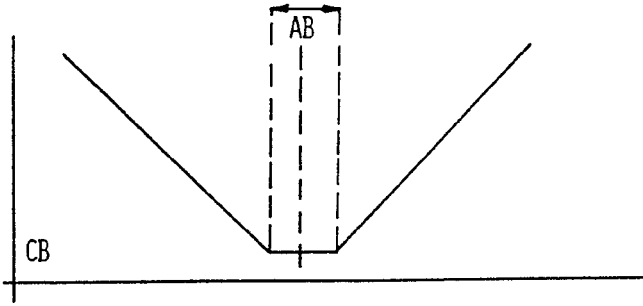


Fig-3

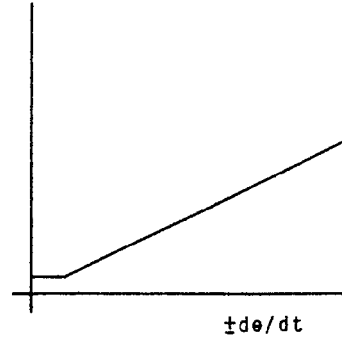
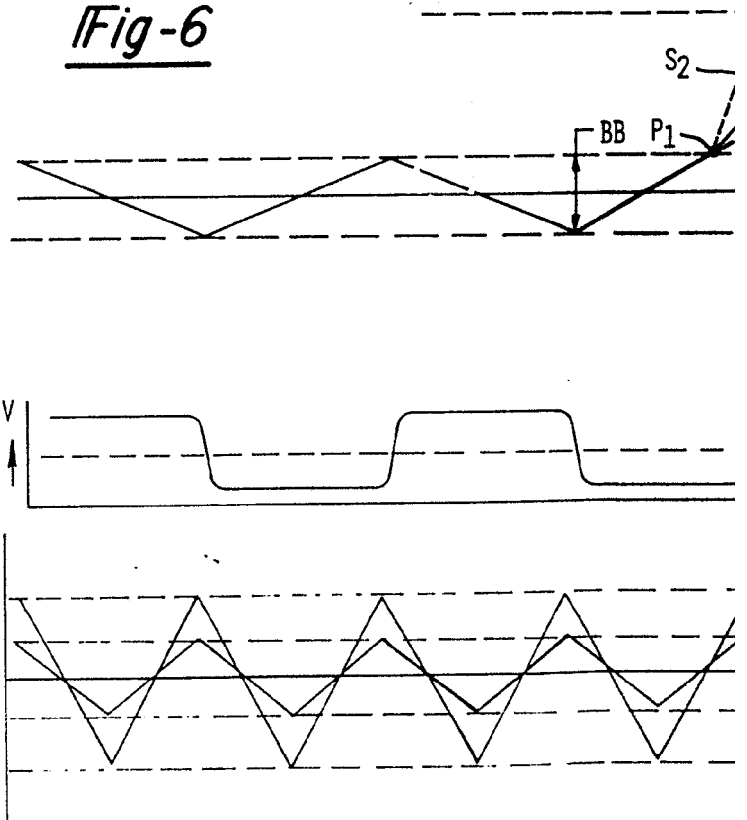


Fig-

Fig-6



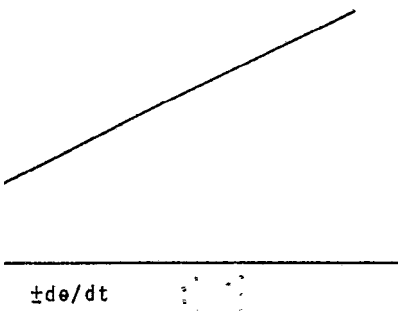


Fig-4

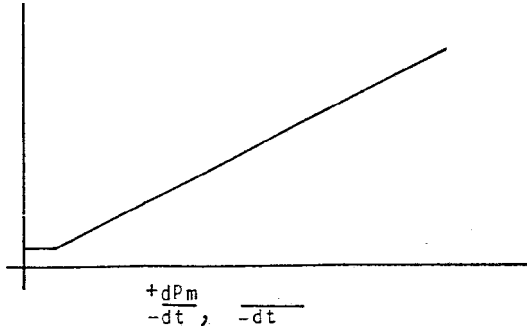


Fig-5

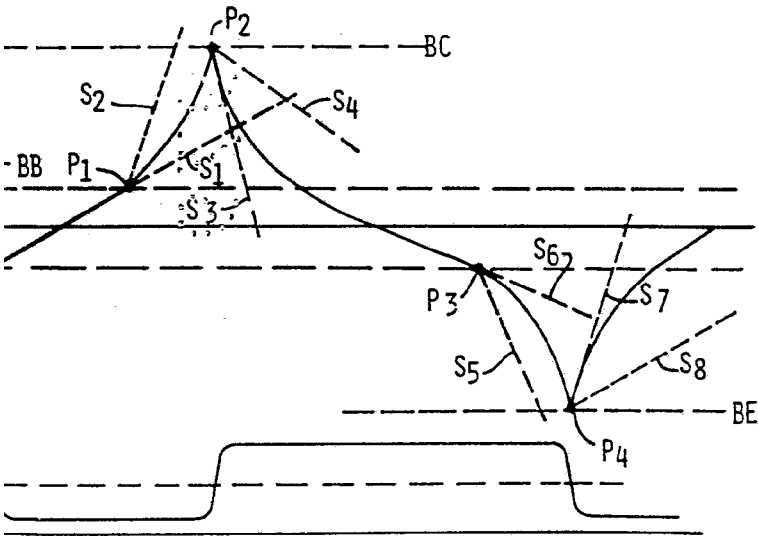


Fig.8

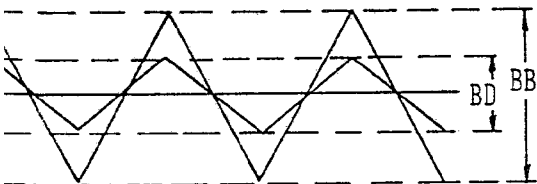


Fig-7

ESCALA
VARIABLE

Madrid 22 de Mayo

1.º de Ingeniero Técnico
de Minas y Energía
D. Juan José de Guzmán Díaz